

(51) Int.Cl.⁶
 H 05 B 41/24
 H 02 M 7/48
 11/00

識別記号

F I
 H 05 B 41/24
 H 02 M 7/48
 11/00

Z
 P

審査請求 有 請求項の数4 O.L (全9頁)

(21)出願番号 特願平9-162781

(22)出願日 平成9年(1997)6月19日

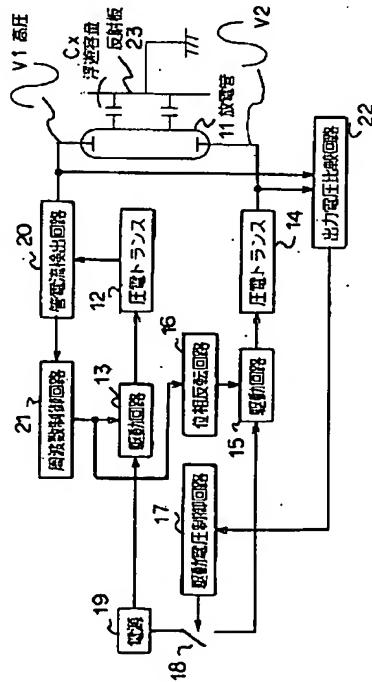
(71)出願人 000004237
 日本電気株式会社
 東京都港区芝五丁目7番1号
 (72)発明者 本保 信明
 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
 (72)発明者 川島 進吾
 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
 (74)代理人 弁理士 鈴木 章夫

(54)【発明の名称】 圧電トランスの駆動方法及び駆動回路

(57)【要約】

【課題】 放電管を点灯する場合に、放電管と反射板の間にできる浮遊容量により放電管から反射板に流れる電流によって生じる輝度むらを防止する。

【解決手段】 圧電効果を利用して1次端子から入力した電圧を2次端子に出力する第1及び第2の2つの圧電トランス12, 14と、第1の圧電トランス12を所要の周波数電圧で動作させるための周波数信号を出力する周波数制御回路21と、前記周波数信号を180度位相反転する位相反転回路16と、これら180度位相が異なる周波数信号に基づいて各圧電トランス12, 14にそれぞれ周波数電圧を印加する駆動回路13, 15とを備える。さらに、第1の圧電トランス12の出力が第1の入力端に印加され、第2の圧電トランス14の出力が第2の入力端に印加される放電管11と、この放電管に流れる電流が一定となる様に第1の圧電トランス12の電圧を制御する回路20と、第1及び第2の圧電トランスの出力電圧が同一電圧になるように第2の圧電トランス14に入力される電圧を制御する回路22, 17を備える。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電効果を利用して1次端子から入力した電圧を2次端子に出力する第1及び第2の2つの圧電トランスを備え、前記第1の圧電トランスを所要の周波数電圧で駆動し、前記第2の圧電トランスを前記第1の圧電トランスと周波数は同一で位相が180度異なる周波数電圧で駆動し、前記第1の圧電トランスの出力を放電管の第1の入力端から印加し、前記第2の圧電トランスの出力を前記放電管の第2の入力端から印加して前記放電管を点灯することを特徴とする圧電トランスの駆動方法。

【請求項2】 圧電効果を利用して1次端子から入力した電圧を2次端子に出力する第1及び第2の2つの圧電トランスと、前記第1の圧電トランスを所要の周波数電圧で動作させるための周波数信号を出力する周波数制御手段と、前記周波数制御手段からの周波数信号を180度位相反転する位相反転手段と、前記180度位相が異なる周波数信号に基づいて前記各圧電トランスにそれぞれ周波数電圧を印加する駆動回路手段とを備え、前記各圧電トランスの出力をそれぞれ放電管の対向する入力端に印加することを特徴とする圧電トランスの駆動回路。

【請求項3】 圧電効果を利用して1次端子から入力した電圧を2次端子に出力する第1及び第2の2つの圧電トランスと、前記第1の圧電トランスを所要の周波数電圧で動作させるための周波数信号を出力する周波数制御手段と、前記周波数制御手段からの周波数信号を180度位相反転する位相反転手段と、前記180度位相が異なる周波数信号に基づいて前記各圧電トランスにそれぞれ周波数電圧を印加する駆動回路手段と、前記第1の圧電トランスの出力が第1の入力端に印加され、前記第2の圧電トランスの出力が第2の入力端に印加される放電管と、前記放電管に流れる電流が一定となる様に前記第1の圧電トランスの駆動周波数を制御する手段と、前記第1及び第2の圧電トランスの出力電圧が同一電圧になるように前記第2の圧電トランスに入力される電圧を制御する手段とを備えることを特徴とする圧電トランスの駆動回路。

【請求項4】 圧電効果を利用して1次端子から入力した電圧を2次端子に出力する第1及び第2の2つの圧電トランスと、前記第1の圧電トランスを所要の周波数電圧で動作させるための周波数信号を出力する周波数制御手段と、前記周波数制御手段からの周波数信号を180度位相反転する位相反転手段と、前記180度位相が異なる周波数信号に基づいて前記各圧電トランスにそれぞれ周波数電圧を印加する駆動回路手段と、前記第1の圧電トランスの出力が第1の入力端に印加され、前記第2の圧電トランスの出力が第2の入力端に印加される放電管と、前記放電管の輝度が一定となる様に前記第1の圧電トランスの駆動周波数を制御する手段と、前記第1及び第2の圧電トランスの出力電圧が同一電圧になるよう

2

に前記第2の圧電トランスに入力される電圧を制御する手段とを備えることを特徴とする圧電トランスの駆動回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は圧電効果を用いて直流電圧源から所定の電圧に変換する圧電トランスの駆動技術に関し、特に圧電トランスを使用して放電管を効率よく点灯させる為の電源回路を構成するための圧電トランスの駆動方法と駆動回路に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、放電管を点灯するための電源回路として、圧電トランスを用いた駆動回路が提案されている。このような圧電トランスを駆動する技術として、特開平8-275553号公報に記載の技術のように、全波の正弦波で圧電トランスを駆動し、この圧電トランスの出力を負荷の一方から入力する駆動回路が提案されている。この駆動回路は図4に示す様に、圧電トランス31の2つの1次電極に2つのオートトランス33, 34の2次側を接続し、オートトランス33, 34の1次側を電源電圧Vddに接続したものである。更に、オートトランス33, 34の中間端子にスイッチングトランジスタ37, 38を接続し、負荷32に流れる電流を検出して周波数制御回路35により、圧電トランス31の駆動周波数を決定し2位相駆動回路36に入力する。この2位相駆動回路36からの出力により、スイッチングトランジスタ37, 38を圧電トランス31の共振周波数で交互にスイッチングさせるものである。このオートトランス37, 38の1次側と2次側のインダクタンス

30 と、圧電トランス31の等価入力容量で共振回路を構成するように設定しておく。そこで、同図示す2相の半波正弦波を発生させ、この2つの半波正弦波を圧電トランス31の2つの1次側電極31a, 31bに交互に印加する事によって、圧電トランス31の1次側電極には正弦波が印加されたことになる。このようにして圧電トランス31が負荷32に昇圧された出力電圧を印加することが出来るものである。また、他の従来技術として特開平8-33349号公報では半波の正弦波、特開平8-47265号公報では矩形波を圧電トランスの1次側に入力してその出力を負荷の一方に入力する技術が示されている。

【0003】 一方、電磁トランスを使用して冷陰極管などの放電管を点灯させ、更に放電管の輝度むらを少なくする駆動回路としては、特開平6-20783号公報にその技術が開示されている。これは図5に示す様に、電流制御回路42及びパルス方向制御回路45に端子41から、例えば映像信号の水平同期信号の様な周期性信号が入力される。また、電流制御回路42からの出力がスイッチング素子43のゲートに入力される。このスイッチング素子43のソース側は接地され、ドレイン側はト

ランス4 4 の第1の一次巻き線4 4 a の一端及び第2の一次巻き線4 4 b の他端に接続されている。パルス方向制御回路4 5 の出力は水平同期信号の所定周期毎に反転するスイッチング信号Qとその逆相の信号Q b a r であり、QとQ b a r がそれぞれトランジスタ4 8 a のベース及び4 6 b のベースに入力される。トランジスタ4 6 a 及び4 6 b のコレタータは電源に接続されエミッタがそれぞれ第1の一次巻き線4 4 a の他端と第2の一次巻き線の一端に接続されている。トランジスタ4 4 の二次巻き線4 4 c の一端は放電管4 7 の一方の電極、二次巻き線4 4 c の他端は放電管4 7 の他方の電極に接続される。

【0004】この回路構成において、端子4 1 から図6の(a)の様な信号が入力された場合、電流制御回路4 2 からは図6(b)の様な信号がスイッチング素子4 3 のゲートに供給され、パルス方向制御回路4 5 からは図6(c), (d)の様な図6の(a)の信号の中間の位置で反転するスイッチング信号が形成される。図6(c)の信号がトランジスタ4 6 a のベースに図6(d)の信号がトランジスタ4 6 b のベースにそれぞれ供給される事により、第1の一次巻き線4 4 a と第2の一次巻き線4 4 b には交互に電流が流れる。第1の一次巻き線4 4 a と第2の一次巻き線4 4 b は互いに逆方向に巻かれていることから、トランジスタ4 4 の二次巻き線4 4 c の一端及び他端間に図6(e)の様な所定周期毎に反転するパルス状の電圧が発生し、この電圧が放電管4 7 の一方及び他方に印加される。

【0005】この他に、液晶パネルのバックライトの輝度むらを低減する従来技術としては、特開平2-97918号公報に技術が開示されている。図7はその回路図であり、液晶パネルの裏面に行伸長方向に配置されたM個(Mは1以上の整数)の放電管TMにそれぞれコンバータ5 1、低周波パルス発生器5 2、管制御信号発生器5 3が設けられている。回路構成は、放電管T 1にコンバータ5 1が接続され、例えば図8(c)の様な周期THFの高周波電圧の矩形波を放電管T 1に印加できるようにDC電圧VOが入力されている。コンバータ5 1には、放電管T 1の輝度の変化を生起する図8(b)の様な低周波制御信号VBFが入力される。低周波制御信号VBFは、放電管T 1に印加される高周波電圧VHFを変調する調整可能なチョップ速度TB F/Tmを持つ低周波周期パルスである。また低周波制御信号VBFは、管制御信号発生器5 3から入力される制御信号STに基づいて低周波パルス発生器5 2により発生される。信号STはDC電圧であり、レベル変化が可能である。また信号STは、積分器5 4を介して比較器5 5の第一入力に入力される。比較器5 5の第2入力には、図8(a)に示す様なスロープ発生器5 6の出力信号VSが入力される。積分器5 4の出力電圧Vmがスロープ信号VSと比較され図8(b)の様な低周波制御信号VBFを発生させる。電圧STが変化するとこれに応じて電圧Vmが

変化し、低周波矩形波信号VBFのパルス幅Tmが変化する。この信号VBFにより放電管T 1に印加する電圧VHFの制御を行う。この制御により図8(d)の様に放電管T 1の輝度LTが経時的に変調される。また放電管T 1の平均輝度は図8(d)のLTmで表される。図9(a)から図9(d)は、制御信号STが変化する場合の図8(a)から図8(d)と同じ信号を示す。図9から変調時間Tmの値を変化させる事により、放電管T 1に印加する電圧VHFの持続時間を変化させている。この制御を液晶パネルの裏面に行伸長方向に配置されたM個の放電管TMについて行い、液晶パネル全体の輝度むらを低減している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】以上従来の技術における第1の問題点は、負荷が放電管の場合に前記の特開平8-275553号、特開平8-33349号、特開平8-47285号の各公報の様に圧電トランスを駆動し、放電管の片側だけに高電圧を印加して放電管を点灯させた場合、放電管の高電圧を印加されていない低圧側は輝度が低くなり、放電管の高圧側と低圧側で輝度むらが生じることである。この現象は、電磁トランスでも同様であり、特開平6-20783号の様に放電管を点灯しても起こる。また、例えば特開平2-97916号の様に液晶パネルに使用される放電管に片側から高圧を入力し、所定数の放電管に印加する高圧の印加時間を変化させて液晶パネルの輝度を一定に保つように制御した場合にもこの現象は起こる。その理由は、放電管と放電管の反射板との間に形成される浮遊容量によって、放電管に流れている電流が反射板に流れ込んでしまう為である。冷陰極管が直下型に配置されているバックライトの構造は、図10(a)の様になっている。従って、図10(b)の様に放電管と放電管の反射板との間には浮遊容量が形成されることになり、放電管から反射板に電流が流れ込んでしまう事になる。この為、放電管の低圧側では高圧側に比べて流れている電流が小さくなり輝度も低くなる。

【0007】また、第2の問題点は、放電管の片側から高圧を入力した場合、放電管を効率よく点灯させることができない事である。その理由は、放電管に印加される電圧が高くなると放電管と反射板の間で形成される浮遊容量に流れ込む電流が多くなる為である。浮遊容量の全體の容量値をC、放電管に印加される電圧をV、浮遊容量に電流が流れ込むことによってこの浮遊容量を充放電するエネルギーをWとすると(1)式の様な関係になる。

$$W = (1/2) \times C \times V^2 \quad \dots (1)$$

(1)式に示す様に浮遊容量に充放電するエネルギーWは、放電管に印加される電圧の2乗に比例し、また、放電管の抵抗成分により、放電管の印加電圧が高くなるとこの浮遊容量を充放電する無効電力が増加する為、この電圧の出力側の損失も大きくなる。

【0008】第3の問題点は、電磁トランスに換えて圧電トランスを使用した場合、放電管の両側から高圧を入力するには2つの圧電トランスが必要となるが、2つの圧電トランスを同一の駆動周波数で駆動すると同じ出力電圧が出せないことがある。その理由は、放電管の両側から入力される2つの圧電トランスの駆動周波数は同一でなければならないが、図11に示すように、圧電トランスT1, T2の各駆動周波数とその昇圧比にはばらつきがあると、一般に、圧電トランスはQが高いので、共振周波数のはばらつきがあると、わずかなばらつきでも昇圧比が大きく異なってしまう為、放電管の駆動電圧がアンバランスになってしまう事である。

【0009】本発明の目的はこれらの問題を解決し、圧電トランスを使用して放電管の輝度むらを低減し、放電管を効率よく点灯させる為の駆動回路及び駆動方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の駆動方法は、圧電効果を利用して1次端子から入力した電圧を2次端子に出力する第1及び第2の2つの圧電トランスを備えており、第1の圧電トランスを所要の周波数電圧で駆動し、第2の圧電トランスを第1の圧電トランスと周波数は同一で位相が180度異なる周波数電圧で駆動する。そして、第1の圧電トランスの出力を放電管の第1の入力端から印加し、第2の圧電トランスの出力を前記放電管の第2の入力端から印加して前記放電管を点灯することを特徴とする。

【0011】また、本発明の駆動回路は、圧電効果を利用して1次端子から入力した電圧を2次端子に出力する第1及び第2の2つの圧電トランスと、第1の圧電トランスを所要の周波数電圧で動作させるための周波数信号を出力する周波数制御手段と、前記周波数制御手段からの周波数信号を180度位相反転する位相反転手段と、前記180度位相が異なる周波数信号に基づいて前記各圧電トランスにそれぞれ周波数電圧を印加する駆動回路手段とを備える。さらに、前記第1の圧電トランスの出力が第1の入力端に印加され、前記第2の圧電トランスの出力が第2の入力端に印加される放電管と、前記放電管に流れる電流が一定となる様に前記第1の圧電トランスの電圧を制御する手段と、前記第1及び第2の圧電トランスの出力電圧が同一電圧になるように前記第2の圧電トランスに入力される電圧を制御する手段とを備える。あるいは、前記放電管の輝度が一定となる様に前記第1の圧電トランスの駆動周波数を制御する手段と、前記第1及び第2の圧電トランスの出力電圧が同一電圧になるように前記第2の圧電トランスに入力される電圧を制御する手段とを備える。

【0012】このように、圧電トランスを2つ使用し、一方の圧電トランスは、放電管の輝度が一定となる様に放電管の輝度或いは放電管に流れる電流値を検出して得

られる周波数電圧が印加され、他方の圧電トランスは一方の圧電トランスの出力電圧と周波数が同一で位相が180度異なる出力電圧を出力する様な周波数電圧が印加されるので、これら圧電トランスから出力される高圧を放電管の異なる入力端にそれぞれ入力することにより、放電管から浮遊容量に流れ出る電流、及び放電管に浮遊容量から流れ込む電流の量を減らすことが可能となり、放電管の輝度むらが低減できる。

【0013】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。図1は本発明の圧電トランス駆動回路の第1の実施形態の回路図である。同図において、放電管11の一方の入力端には圧電トランス14の出力側が接続され、他方の入力端には管電流検出回路20を介して圧電トランス12の出力側が接続される。前記各圧電トランス14, 12はそれぞれ電源19に接続された駆動回路15, 13によって駆動される。そして、駆動回路13は周波数制御回路21の出力により制御され、駆動回路15は前記周波数制御回路21の出力を位相反転回路16により反転された出力により制御される。また、前記各圧電トランス14, 12の出力は出力電圧比較回路22で比較され、この比較結果により駆動電圧制御回路17が前記電源19に接続されたスイッチング素子18をオン、オフし、前記駆動回路15への電源供給を制御する。なお、同図において、V1は放電管11の一方に入力される高圧、V2は放電管11の他方に入力される高圧であり、高圧V1とV2は周波数は同一で位相が180度異なる。また、23は反射板であり、放電管11との間に浮遊容量Cxが存在する。

【0014】この構成によれば、スイッチング素子18がオンされているときには、電源19により各駆動回路13, 15がそれぞれ圧電トランス12, 14を駆動し、その出力側から放電管11に電圧を供給する。このとき、前記放電管11に流れる電流は管電流検出回路20に流れ込むため、この管電流検出回路20で放電管11に流れる電流を検出し、検出した値を周波数制御回路21に入力する。通常圧電トランスは圧電トランスを駆動する周波数によって昇圧比が決定される。この為、周波数制御回路21は、放電管11に流れる電流値が任意の値で一定になるよう圧電トランス12を駆動する周波数の制御を行い、圧電トランス12を駆動する周波数を持つ任意の波形を出力する。この周波数制御回路21の出力が、駆動回路13によって昇圧され圧電トランス12に入力される。圧電トランス12の出力が管電流検出回路20に入力され、更に、放電管11に印加される。したがって、放電管11の一方に入力する圧電トランス12の出力は、放電管11に流れる電流値が一定になるよう制御を行う。

【0015】一方、圧電トランス14の駆動周波数は圧電トランス12と同一で位相が180度異なっていなければなりません。

れば放電管の輝度むらは平均化されにくくなる。この為、圧電トランス14を駆動する周波数は周波数制御回路21の出力を位相反転回路16によって反転し、この出力を圧電トランス14を駆動する駆動回路15に入力する。これにより、圧電トランス12と圧電トランス14は同一の周波数で駆動することができる。しかし、圧電トランスでの駆動周波数がばらつくと圧電トランス14の出力は非常に大きくなるか或いは非常に小さくなる可能性がある。また、圧電トランス12と圧電トランス14の出力が等しい時に放電管の輝度むらは、より良く平均化されるため圧電トランス12と圧電トランス14の出力電圧と同じにする必要がある。この為、圧電トランス12の出力電圧と圧電トランス14の出力電圧を電圧比較回路22により比較を行い、この出力電圧比較回路22の比較結果の信号を駆動電圧制御回路17に入力し、駆動電圧制御回路17によって電源19から駆動回路15に入力される電力をスイッチング素子18をオ

$$2 \times (1/2) \times (C/2) \times (VH/2)^2 \dots (2)$$

となり、放電管の片側から高圧を入力する場合の1/4になる。

【0017】放電管に流れる電流は、特開平6-20783号公報に記載の放電管の入力波形である図6(e)のt1の期間では、図3の(a)の様になる。また、放電管の輝度は放電管に流れる電流の量に比例することから放電管の輝度も図3の(a)の様な分布になる。図6(e)のt2の期間では放電管に印加される高圧がt1の期間とは反対側であるが、放電管に流れる電流の絶対値は、t1の期間と同様に図3(a)の様な分布になり、輝度も図3(a)のようになる。放電管の両端から周波数が同一で位相が180度異なる高圧を入力した場合には、放電管の中央がGND電位となる為、放電管から浮遊容量に流れる電流は、図3(b)の様になり、放電管から浮遊容量に流れ込まない電流を考慮すると放電管に流れる電流の分布は図3(c)の様になるため放電管の輝度の分布も図3(c)の様になる。従って、放電管の両側の入力端から位相が180度異なる高圧を入力すると放電管の輝度むらが低減できる。

【0018】次に図2を使用して本発明の第2の実施の形態について説明する。図2において図1と等価な部分には同一符号を付してある。この実施形態では、放電管11の他方の入力端には圧電トランス12の出力側を直接入力し、また第1の実施形態で用いられていた管電流検出回路20は省略され、代わりに放電管11の輝度を検出する輝度検出センサ24と、この輝度検出センサ24に接続された輝度検出回路25が設けられ、その検出値を周波数制御回路21に入力している。

【0019】この図2の圧電トランス12を駆動する周波数は次の様に決定される。輝度検出用センサ24により放電管11の輝度をモニタし、この輝度検出センサ24からの出力を輝度検出回路25を介して周波数制御回

*ン、オフすることによって圧電トランス14の出力電圧を圧電トランス12の出力電圧に揃える。

【0016】この様な制御を行う事により、放電管11の両端には、周波数が同一で位相が180度異なる電圧がそれぞれ印加される事になる。放電管を点灯させるための所定の電圧をVH(V_{0...peak})とすると、図5に示した技術の様に放電管の片側から高圧を入力した場合には、放電管の片側電極にVH(V_{0...peak})を印加する事になり、放電管の低圧側がGND電位近くになるた

10 め、浮遊容量の充放電エネルギーは(1)式から、
$$(1/2) \times C \times (VH)^2 \dots (2)$$

となる。しかし、放電管の両入力端からそれぞれ位相が180度異なる高圧を入力した場合には、一方の入力端に(1/2)VH(0-peak)が入力され、他方の入力端に(-1/2)VH(0-peak)の電圧が印加される事になる。また、放電管の中央がGND電位になるため、浮遊容量の充放電エネルギーは、

$$2 \times (1/2) \times (C/2) \times (VH/2)^2 \dots (3)$$

路21に入力する。前記したように圧電トランスは、圧電トランスを駆動する周波数によって昇圧比が決定される為、周波数制御回路21は、放電管11の輝度が任意の値で一定になるように圧電トランス12を駆動する周波数の制御を行い、圧電トランス12を駆動する周波数を持つ任意の波形を出力する。この周波数制御回路21の出力が、駆動回路13によって昇圧された後、圧電トランス12に入力され、更に、圧電トランス12によって昇圧されて放電管11に印加される。

【0020】なお、圧電トランス14を駆動する周波数は、前記第1の実施の形態と同様に決定される。また、

20 圧電トランス14の駆動電圧も同様に制御される。したがって、放電管に流れる輝度及び電流の分布は図3に示した第1の実施形態と同様となり、結果として放電管の両側の入力端から位相が180度異なる高圧が入力され、放電管の輝度むらが低減されることになる。

【0021】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、第1及び第2の圧電トランスをそれぞれ180度位相が異なる同一の周波数電圧で駆動することにより、各圧電トランスからは逆位相の高電圧がOutputされ、この出力電圧を放電管の両方の入力端に入力することで、放電管の輝度むらを低減することができる。また、これにより放電管に印加する電圧がGmに対しては低くなり、効率よく放電管を駆動する事が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる駆動回路の第1の実施形態の回路図である。

【図2】本発明にかかる駆動回路の第2の実施形態の回路図である。

【図3】本発明にかかる放電管の輝度むらと浮遊容量に50 流れる電流量を示す図である。

【図4】従来例1の駆動回路の回路図とその入力波形を示す図である。

【図5】従来例2の駆動回路の回路図である。

【図6】従来例2における信号波形図である。

【図7】従来例3の駆動回路の回路図である。

【図8】従来例3における信号波形図のその1である。

【図9】従来例3における信号波形図のその2である。

【図10】バックライトの概略図である。

【図11】圧電トランスの駆動周波数と昇圧比の関係を示す図である。

【符号の説明】

11 放電管

* 12, 14 圧電トランス

13, 15 駆動回路

16 位相反転回路

17 駆動電圧制御回路

18 スイッチング素子

19 電源

20 管電流検出回路

21 周波数制御回路

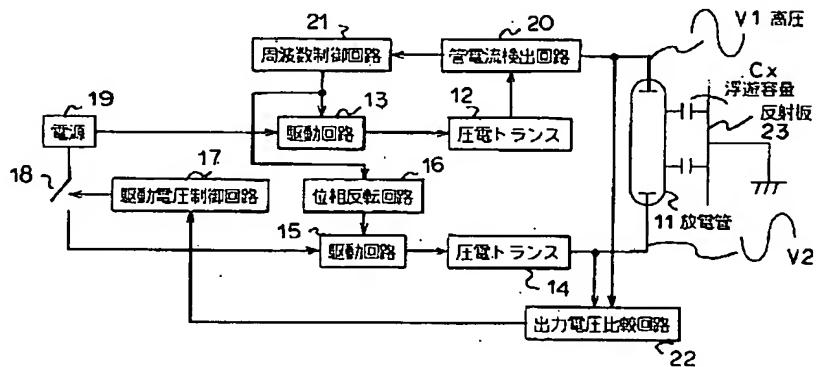
22 出力電圧比較回路

10 23 反射板

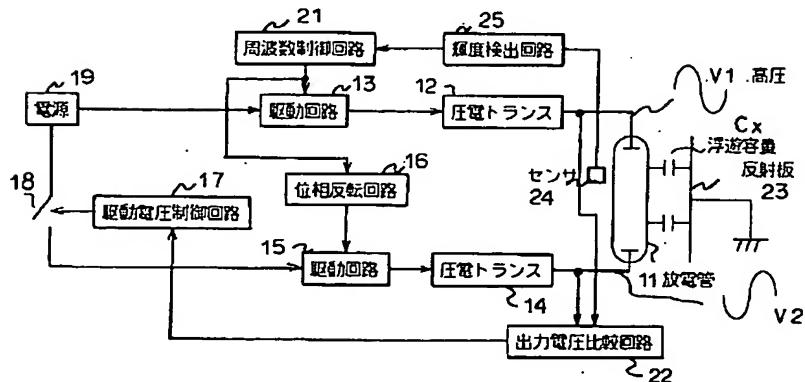
24 輝度検出センサ

* 25 輝度検出回路

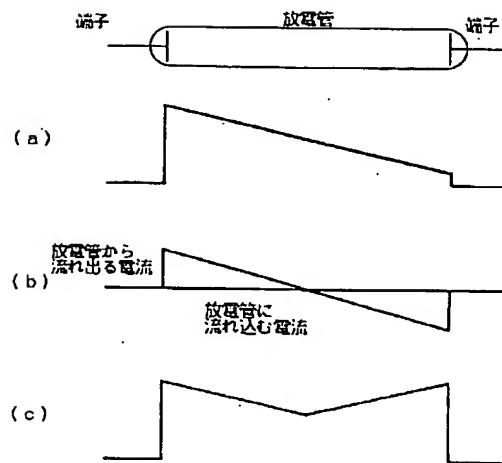
【図1】



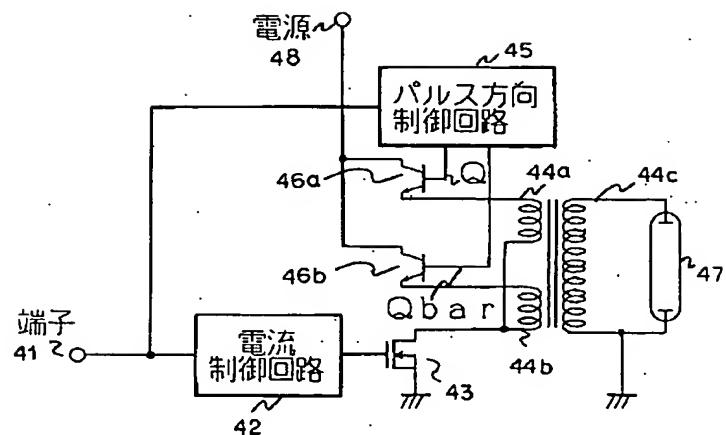
【図2】



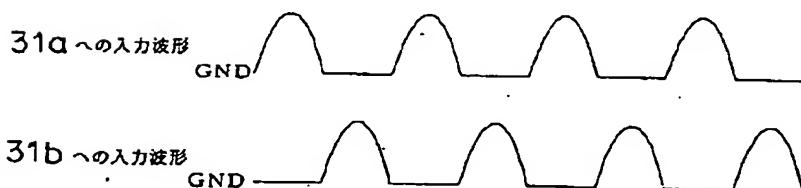
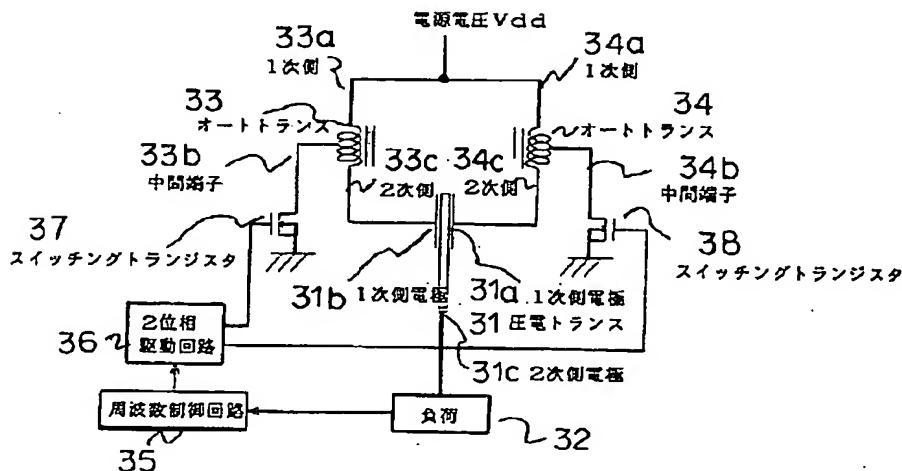
【図3】



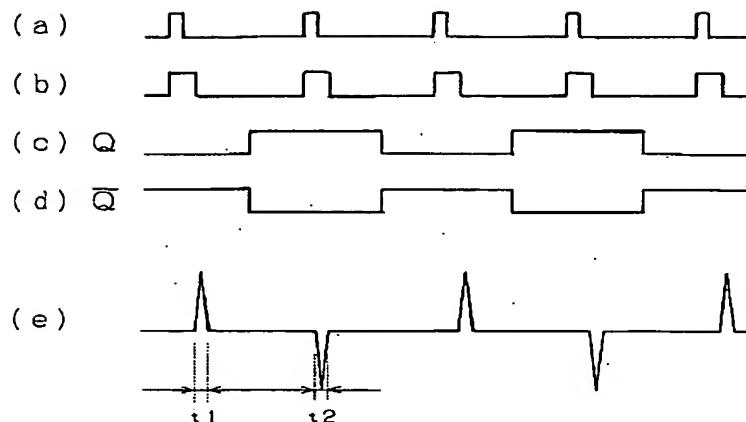
【図5】



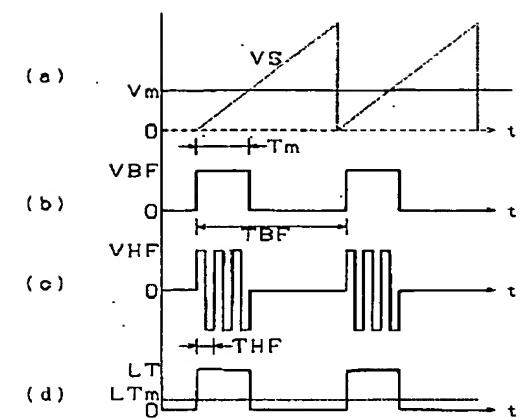
【図4】



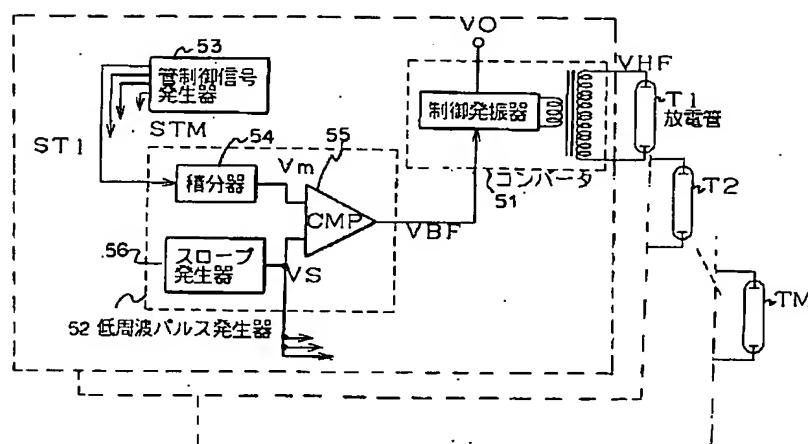
【図6】



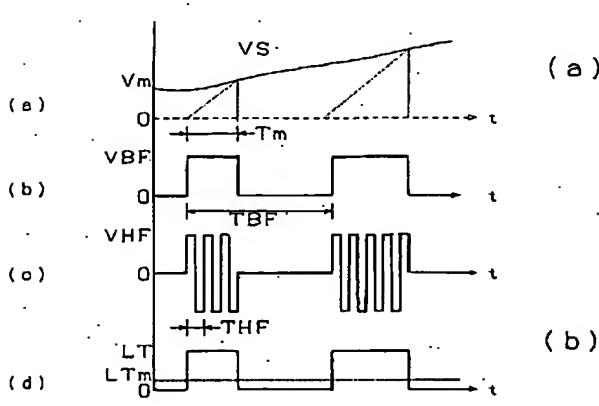
【図8】



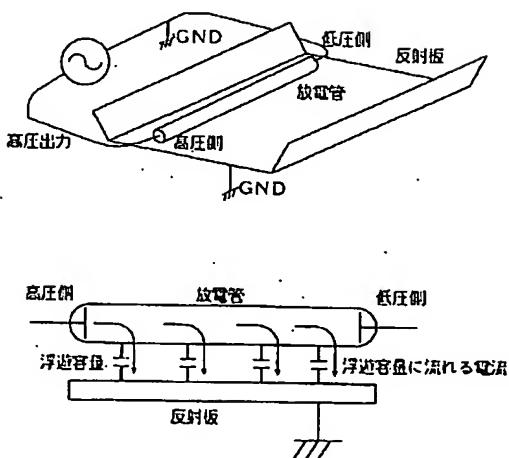
【図7】



【図9】



【図10】



【図11】

